

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination  
Academic Session 2008/2009

April/May 2009

**EAG 442/4 – Advanced Geotechnical Engineering**  
***[Kejuruteraan Geoteknik Lanjutan]***

Duration: 3 hours  
*[Masa : 3 jam]*

---

Please check that this examination paper consists of **FIFTEEN (15)** printed pages including appendix before you begin the examination.

*[Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi **LIMA BELAS (15)** muka surat bercetak termasuk lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

**Instructions:** This paper consists of **SIX (6)** questions. Answer **FIVE (5)** questions only. All questions carry the same marks.

*[**Arahan:** Kertas ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **LIMA (5)** soalan sahaja. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama.]*

You may answer the question either in Bahasa Malaysia or English.

*[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]*

All questions **MUST BE** answered on a new page.

*[Semua soalan **MESTILAH** dijawab pada muka surat baru.]*

Write the answered question numbers on the cover sheet of the answer script.

*[Tuliskan nombor soalan yang dijawab di luar kulit buku jawapan anda.]*

1. a) The following joint data in Table 1 represent those of a rock mass. The cut is to be in NS direction, with dip of rock cut to face the direction of E. Assume the angle of friction for all joints as  $35^\circ$ .

**Table 1**

Set	Dip Angle	Dip Direction
1	$0^\circ$	
2	$50^\circ$	N30W
3	$50^\circ$	S30W

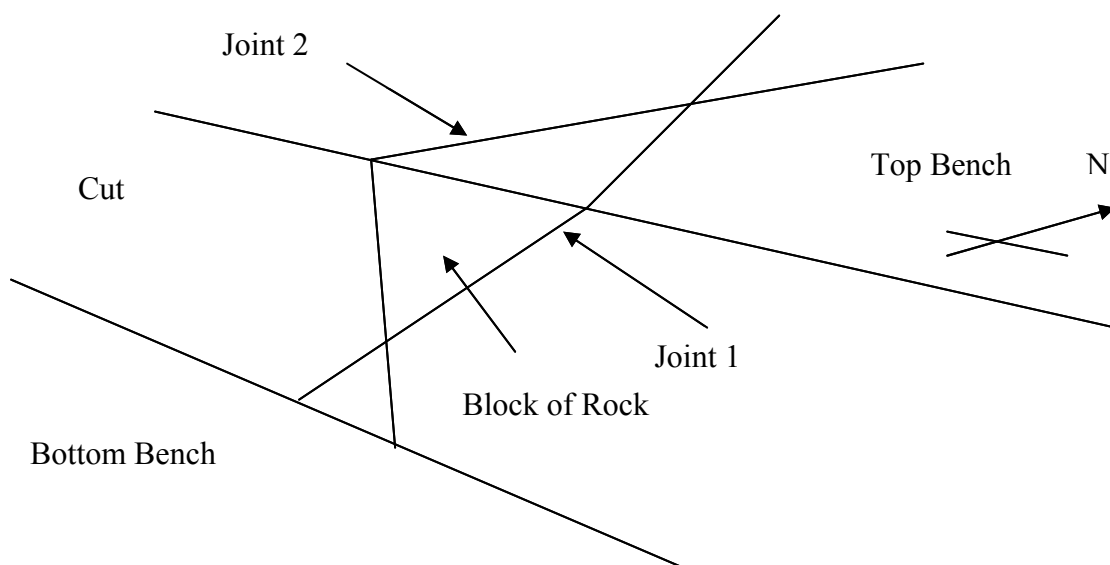
- b) Determine the steepest angle of cut to prevent failure due to sliding.

[10 Marks]

- c) Determine the steepest angle of cut to prevent failure due to toppling.

[10 Marks]

2. A block of rock is bound by Joint 1, Joint 2, top bench and slope cut. The general arrangement of the block is as shown in Figure 1. Joint 1 dips  $70^\circ/\text{S}50^\circ\text{W}$  while Joint 2 dips  $60^\circ/\text{S}50^\circ\text{E}$ . Angle of friction for all joints is  $40^\circ$ . The block weighs 2 000 000 kN. Conduct a stability analysis on the given block of rock by following the steps of question (a) to question (e).

**Figure 1**

- a) By using a stereographic projection template, plot the normals of both joints and a small circle around each normal representing a safe area should the resultant force plotted within. Draw an area covering both small circles representing a safe area should the resultant force associated with the block plotted within.

[4 Marks]

- b) On the same drawing from (a), plot the vector representing the weight of the block.

[4 Marks]

- c) By assuming the use of only one rock bolt, determine its orientation and magnitude for minimum tensile strength such that Factor of Safety is 1.0.

[4 Marks]

- d) By assuming the use of only one rock bolt, determine its orientation and tensile strength such that the tensile strength for that particular orientation is the minimum and Factor of Safety is 2.0.

[4 Marks]

- e) By assuming the use of only one rock bolt, determine its required tensile strength to provide a Factor of Safety of 2.0, if the orientation is horizontal and directed towards North.

[4 Marks]

3. a) What are the causes of a landslide and describe each one of these causes.

[5 Marks]

- b) With the aid of sketches, give **SIX (6)** types of Landslide failure modes and describe them technically.

[10 Marks]

- c) Describe the strategy and method of investigation carried out to find the causes of landslide.

[5 Marks]

4. a) Describe the use of Geosynthethics and give **EIGHT (8)** specific categories of Geosynthethics that are commonly used in Geotechnical Engineering applications.

[4 Marks]

- b) Briefly describe the **FIVE (5)** functions of using Geosynthethics. Name them and show by sketching their specific application and also types of material used.

[8 Marks]

- c) A 4 m high geogrid-reinforced wall is shown in Figure 2, where it is designed with the reinforcement spacing limited to 1m since the wall facing is of precast segmented concrete facing panel type. The coverage ratio is  $C_r = 0.8$ . The length-to-height ratio of the reinforced soil wall should not be less than 0.7. Calculate Factor of Safety against Sliding, Overturning, Stresses on Foundation and Vertical Spacing. Additional details of the problem are given below :

[8 Marks]

Geogrid data :

$$T_{ult} = 160 \text{ kN/m}^2$$

$$FS_p = 4.17$$

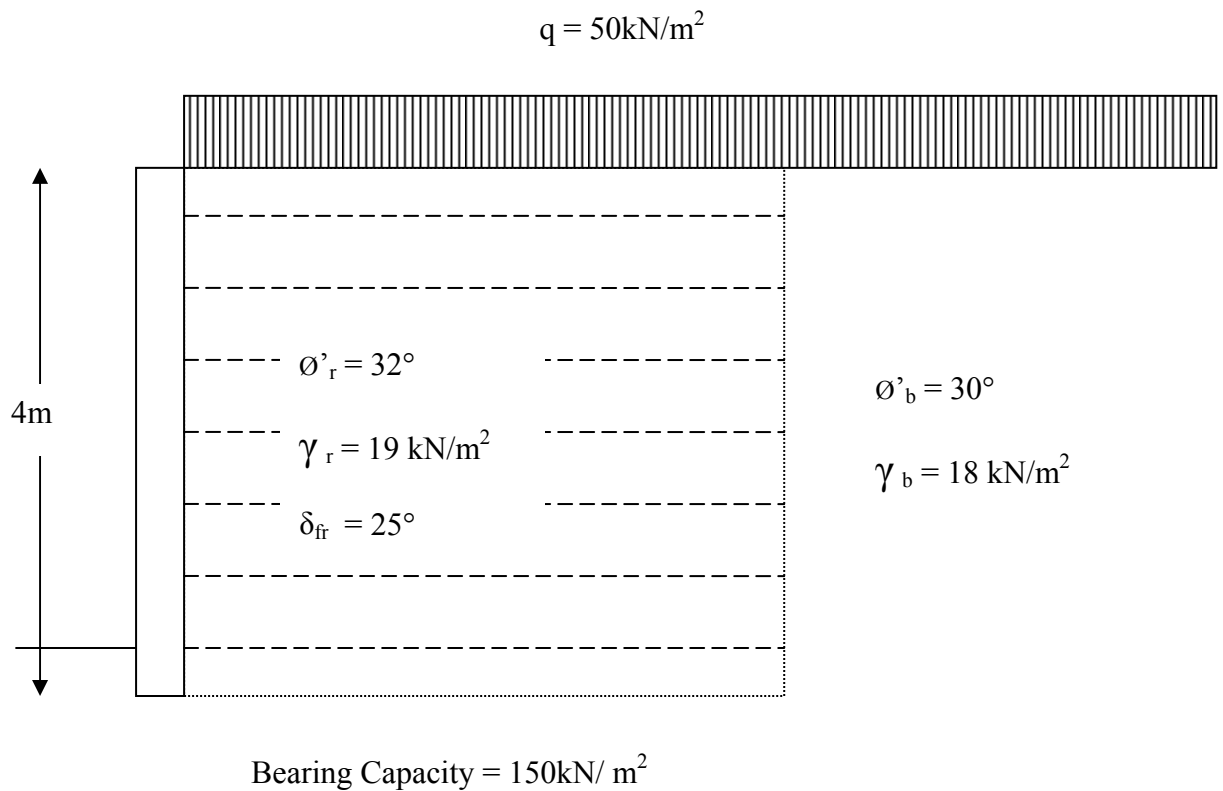
$$T_{allow} = 40 \text{ kN/m}^2$$

$$FS_g = 1.2$$

$$T_{des} = 25 \text{ kN/m}^2$$

The following equations are also given :

$$K = \tan^2 \left( \frac{45 - \Phi}{2} \right), \quad F = W\mu, \quad S_v \sigma_n / C_r = T_{des}, \quad L = L_e + L_R$$

**Figure 2**

5. a) List four purposes of ground improvement.

[4 Marks]

- b) Indicate the factors mostly responsible for the achievement of the degree of compaction by Dynamic Compaction

[4 Marks]

- c) Determine the significant depth of influence by Dynamic Compaction if the weight of hammer is 20 Metric tons with a height of drop of 12 m.

[4 Marks]

- d) Name the factors which are most important for successful densification of in-situ soil by Vibroflotation.

[4 Marks]

- d) Following are the details for the backfill material used in a Vibroflotation project. Determine the suitability number  $S_N$  and rate the backfill.

$$D_{10} = 0.09 \text{ mm}, D_{20} = 0.25 \text{ mm}, D_{50} = 0.61 \text{ mm}.$$

[4 Marks]

6. a) What is precompression ? Support your answer with sketches.

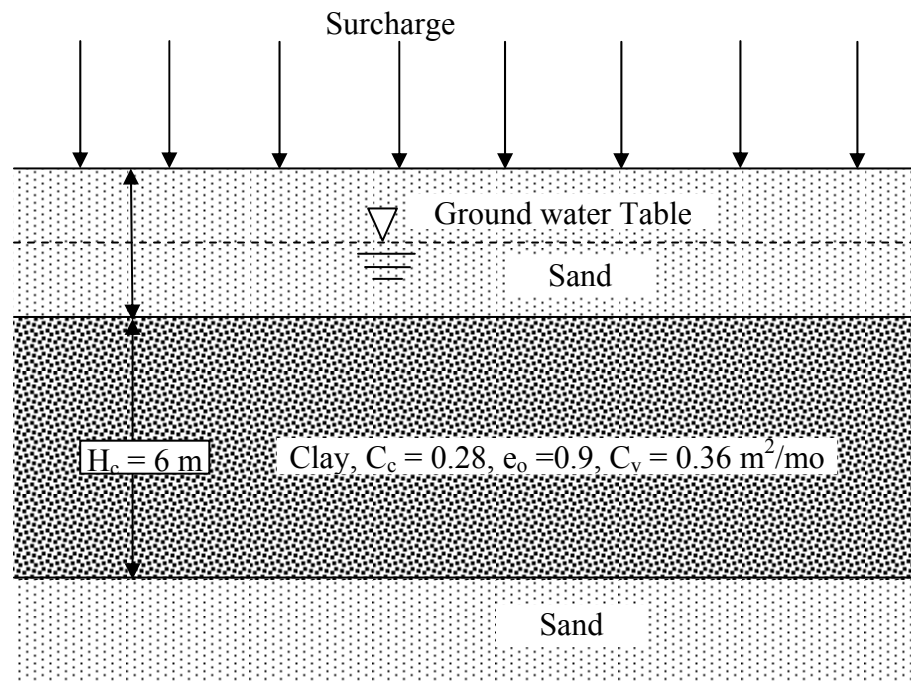
[5 Marks]

- b) Show that under a surcharge of  $\Delta\sigma'_{(p)} + \Delta\sigma'_{(f)}$ , the degree of consolidation  $U$  after the application of load may be expressed as:

[5 Marks]

$$U = \frac{\log \left[ 1 + \frac{\Delta\sigma'_{(p)}}{\sigma'_0} \right]}{\log \left\{ 1 + \frac{\Delta\sigma'_{(p)}}{\sigma'_0} \left[ 1 + \frac{\Delta\sigma'_{(f)}}{\Delta\sigma'_{(p)}} \right] \right\}}$$

- c) Figure 3 shows a typical soil profile consisting of soft clay overlain and underlain by medium to coarse sand over which a highway embankment is proposed. Effective vertical pressure,  $\sigma'_0$ , and vertical stress increase,  $\Delta\sigma'_v$ , at the middle of clay layer is estimated to be  $120 \text{ kN/m}^2$  and  $220 \text{ kN/m}^2$  respectively. If the clay is normally consolidated.

**Figure 3**

Determine :

- i) The total primary consolidation settlement of the embankment without precompression. [5 Marks]
- ii) The surcharge,  $\Delta\sigma'(f)$ , required to eliminate the entire primary consolidation settlement in 1 year by precompression. [5 Marks]

**(TERJEMAHAN)**

2. a) Data kekar Jadual 1 mewakili struktur jasad batuan. Potongan batuan hendaklah dilakukan pada arah NS, iaitu dip permukaan potongan batuan akan menghala arah E. Anggap sudut geseran semua batuan  $35^0$ .

**Jadual 1**

<b>Set</b>	<b>Dip Angle Sudut Junam Dip</b>	<b>Dip Direction Arah Dip</b>
1	$0^0$	
2	$50^0$	N30W
3	$50^0$	S30W

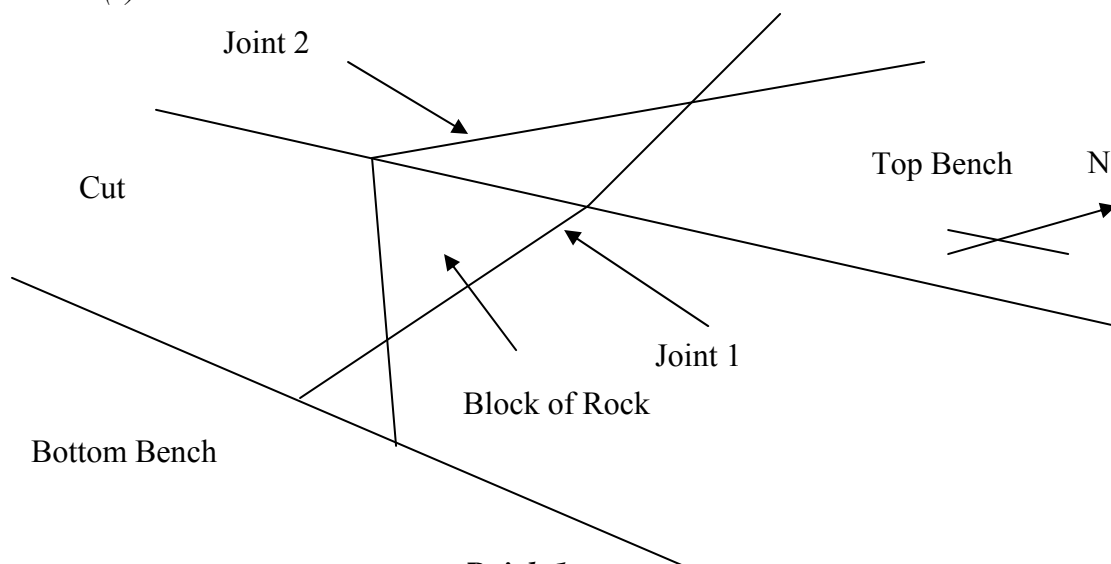
- e) Tentukan kedudukan pemotongan paling curam yang selamat dari sebarang gelinciran.

[10 Markah]

- f) Tentukan kedudukan pemotongan paling curam yang selamat dari sebarang tumbang.

[10 Markah]

3. Suatu bungkah batuan disemapadani dengan Kekar 1, Kekar 2, Bench Atas dan Permukaan Potongan. Gambaran keadaan bungkah ini seperti di tunjukkan pada Rajah 1. Kekar 1 mempunyai dip  $70^0/S50W$  sementara Kekar 2 mempunyai dip  $60^0/S50E$ . Sudut geseran bagi semua permukaan kekar  $40^0$ . Berat bungkah 2 000 000 kN. Jalankan analisa mengenai kestabilan bungkah batuan tersebut daripada gelongsoran menurut langkah-langkah yang dinyatakan dalam soalan (a) hingga soalan (e) di bawah.

**Rajah 1**



- a) Pada unjuran stereograf, plotkan normal kedua-dua kekar dan bulatan kecil di sekelilingnya yang menunjukkan kawasan selamat jika paduan daya terplot di dalamnya. Hubungkan kedua-dua bulatan kecil bagi menunjukkan kawasan selamat jika paduan daya yang terlibat dengan bungkah juga terplot di dalamnya.

[4 Markah]

- b) Pada unjuran stereograf yang sama, plotkan vektor daya yang mewakili berat bungkah tersebut.

[4Markah]

- c) Dengan menganggap penggunaan SATU (1) sahaja bolt batuan, tentukan arah dan magnitud daya minimum bolt agar Faktor Keselamatan mencapai 1.0.

[4 Markah]

- d) Dengan menganggap penggunaan satu sahaja bolt batuan, tentukan arah dan magnitud daya minimum bolt agar Faktor Keselamatan mencapai 2.0.

[4 Markah]

- e) Dengan menganggap penggunaan satu sahaja bolt batuan, tentukan kekuatan yang diperlukan supaya Faktor Keselamatan mencapai 2.0, jika bolt dipasang mendatar pada arah Utara.

[4 Markah]

3. a) Apakah kemungkinan penyebab berlakunya Tanah Runtuh dan terangkan cara perlakuan setiap penyebab berlakunya tanah runtuh tersebut.

[5 Markah]

- b) Dengan berbantuan lakaran, tunjukkan **ENAM** (6) jenis mod kegagalan Tanah Runtuh dan berikan alasan mengikut pandangan teknikal.

[10 Markah]

- c) Terangkan strategi dan kaedah penyiasatan yang perlu dijalankan untuk mencari penyebab tanah runtuh.

[5 Markah]

4. a) Terangkan penggunaan Geosintetik dan beri **LAPAN (8)** keluarga spesifik untuk Geosintetik yang secara umum digunakan dalam aplikasi Kejuruteraan Geoteknik

[4 Markah]

- b) Secara ringkas terangkan **LIMA (5)** jenis fungsi penggunaan Geosintetik. Namakannya dan dengan lakaran tunjukkan penggunaan aplikasinya dan jenis bahan yang diguna dengan merujuk spesifikasi dan kaedah kejuruteraan

[8 Markah]

- c) 4m tembok geogrid-bertetulang seperti ditunjukkan di Rajah 2, adalah direkabentuk dengan jarak tetulang dihadkan sehingga 1m memandangkan muka tembok adalah dari jenis panel konkrit yang bersegment. Nisbah penutup adalah  $C_r = 0.8$ . Nisbah panjang-ketinggian untuk Tembok Tanah Bertetulang tidak kurang dari 0.7. Kira Faktor Keselamatan terhadap Gelinciran, Terbalikan, Tegesan ke atas Asas dan Jarak Menegak. Perincian tambahan diberi seperti di bawah :

[8 Markah]

Geogrid data :

$$T_{ult} = 160 \text{ kN/m}^2$$

$$FS_p = 4.17$$

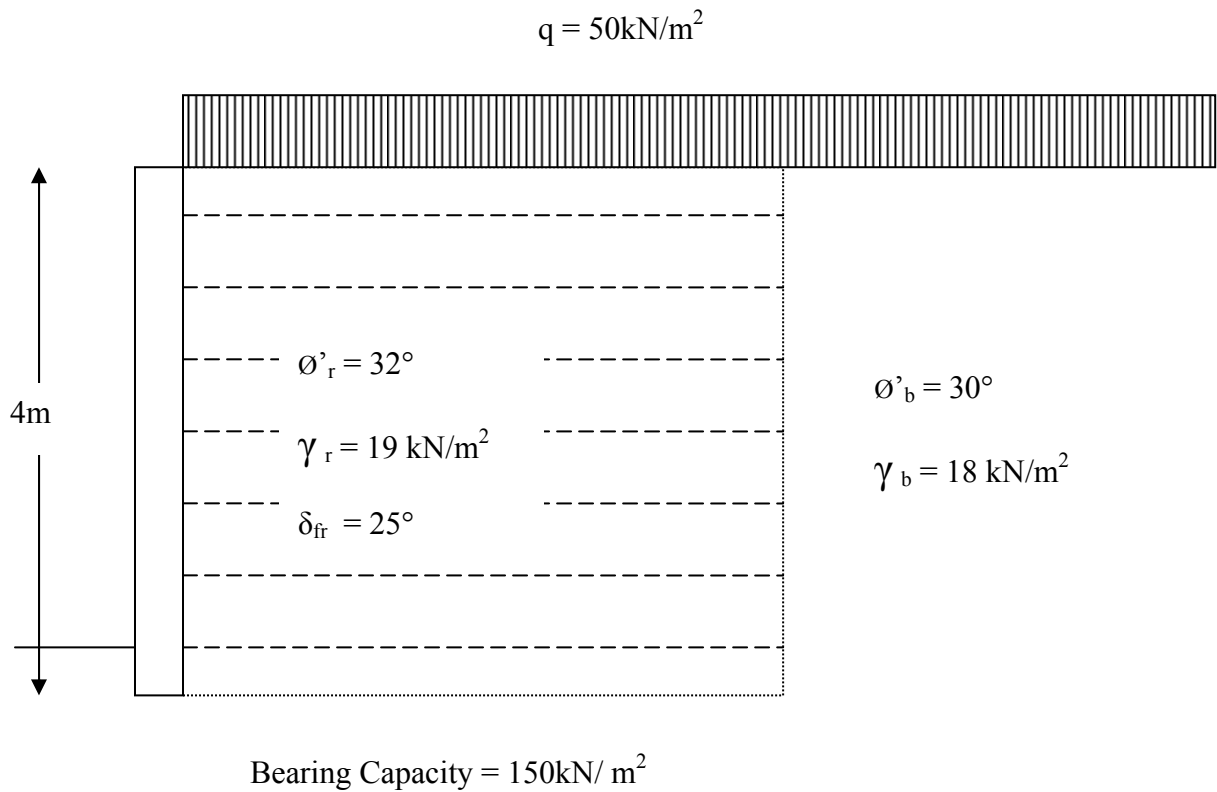
$$T_{allow} = 40 \text{ kN/m}^2$$

$$FS_g = 1.2$$

$$T_{des} = 25 \text{ kN/m}^2$$

Diberi untuk tujuan pengiraan :

$$K = \tan^2 \left( \frac{45 - \Phi}{2} \right), \quad F = W\mu, \quad S_v \sigma_n / C_r = T_{des}, \quad L = L_e + L_R$$

**Rajah 2**

5. a) Senaraikan **EMPAT (4)** tujuan untuk pembaikan tanah.

[4 Markah]

- b) Tunjukkan faktor yang berkaitan rapat dengan pencapaian darjah pemadatan bagi pemadatan Dinamik.

[4 Markah]

- c) Tunjukkan kepentingan mengikut kedalaman bagi pemadatan Dinamik sekiranya tukul seberat 20 ton metrik dengan ketinggian jatuh setinggi 12m.

[4 Markah]

- d) Namakan faktor yang paling penting untuk pemadatan di tapak yang berjaya dengan kaedah “Pengapungan Ketar”.

[4 Markah]

- e) Berikut adalah butiran untuk tanah yang di gunakan untuk projek kaedah “Pengapungan Ketar”. Dapatkan Nombor Kesusaian  $S_N$  dan kadar untuk timbunan

$$D_{10} = 0.09 \text{ mm}, D_{20} = 0.25 \text{ mm}, D_{50} = 0.61 \text{ mm}.$$

[4 Markah]

6. a) Apakah pra mampatan? Berbantuan jawapan deangan lakaran.

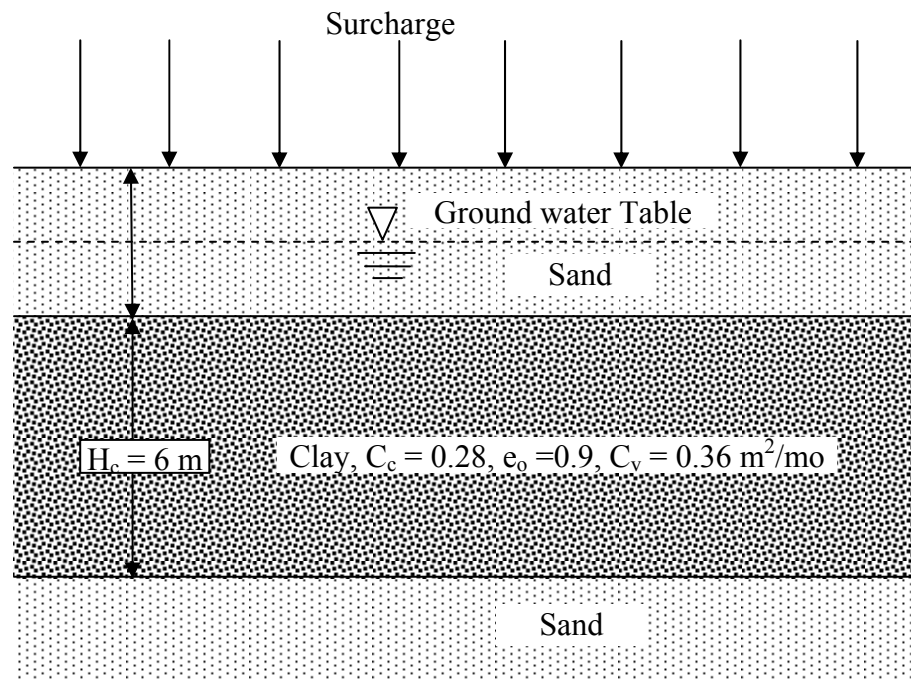
[5 Markah]

- b) Tunjukkan bebanan yang dikenakan  $\text{kN/m}^3$ , darjah pengukuhan  $U$  selepas di kenakan beban yang mungkin di ungkapkan seperti berikut:

[5 Markah]

$$U = \frac{\log \left[ 1 + \frac{\Delta \sigma'_v}{\sigma'_0} \right]}{\log \left\{ 1 + \frac{\Delta \sigma'_v}{\sigma'_0} \left[ 1 + \frac{\Delta \sigma'_v}{\Delta \sigma'_v} \right] \right\}}$$

- c) Rajah 3 menunjukkan satu jenis profil tanah yang mempunyai lempung lembut di antara atas dan bawahnya mengandungi butiran pasir untuk projek bentang lebuh raya. Tekanan pugak berkesan,  $\sigma'_0$  dan penambahan tegasan pugak,  $\Delta \sigma'_v$ , di tengah lapisan lempung dianggarkan  $120 \text{ kN/m}^3$  dan  $220 \text{ kN/m}^3$  berturutan. Sekiranya lempung berada pada pengukuhan normal.

**Rajah 3**

Tentukan :

- i) Jumlah enapan pengukuhan utama ke atas benteng dengan tiada pra mampatan.

[5 Markah]

- ii) Beban,  $\Delta\sigma'(f)$ , yang di perlukan untuk mengelakkan dari enapan pengukuhan utama dalam 1 tahun dengan pra mampatan

[5 Markah]

oooOOOooo

## APPENDIX / LAMPIRAN

